

**Coating powder for coating plastic, wood and MDF materials consists of heat-cured resin and hardener, thermoplastic resin powder, inorganic filler and additives and/or pigments**

Publication number: DE19933095  
Publication date: 2001-01-18  
Inventor: VERITE LAURENT (FR)  
Applicant: HERBERTS GMBH & CO KG (DE)  
Classification:  
- international: B05D7/00; B05D7/08; C09D5/03; C09D163/00;  
C09D177/00; C08L63/00; C08L77/00; B05D7/00;  
B05D7/06; C09D5/03; C09D163/00; C09D177/00;  
C08L63/00; C08L77/00; (IPC1-7): C09D5/03; C09D7/12;  
C09D163/00; C09D177/00  
- European: B05D7/00N2E2; B05D7/08; C09D5/03F; C09D163/00;  
C09D177/00  
Application number: DE19991033095 19990715  
Priority number(s): DE19991033095 19990715

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19933095**

A coating powder based on heat-cured resins and hardeners and suitable for coating plastics, wood or MDF is modified with 0.5-30 wt.% thermoplastic resin powder(s) with a melt viscosity of 150-1000 Pa.s at 160 deg C. Coating powder containing in weight percent (wt.-%): (A) 40-85 wt.% heat-cured coating powder resin(s) with a melt viscosity of 100-3000 mPa.s at 150 deg C plus suitable hardener(s); (B) 0.5-30 wt.% thermoplastic resin powder(s) with a melt viscosity of 150-1000 Pa.s at 160 deg C; (C) 10-55 wt.% powdered inorganic filler; and (D) 0.5-10 wt.% conventional additives and/or pigments. An independent claim is also included for a process for coating substrates with one or more layers of paint, by applying the coating powder described above, partly or completely hardening the coating by heating, applying more layer(s) of coating powder or liquid paint and then hardening the multilayer coating.

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 199 33 095 A 1**

(51) Int. Cl. 7:

**C 09 D 5/03**

C 09 D 177/00

C 09 D 163/00

C 09 D 7/12

- (21) Aktenzeichen: 199 33 095.6  
(22) Anmeldetag: 15. 7. 1999  
(43) Offenlegungstag: 18. 1. 2001

(71) Anmelder:

Herberts GmbH & Co. KG, 42285 Wuppertal, DE

(74) Vertreter:

Gille Hrábal Struck Neidlein Prop Roos, 40593  
Düsseldorf

(72) Erfinder:

Verite, Laurent, Chateineuf, FR

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Pulverlackzusammensetzung und Verfahren zur Substratbeschichtung

(57) Pulverlack, geeignet für die Beschichtung von Plastikteilen, Holz oder MDF-Substraten enthaltend:  
A) 40 bis 85 Gew.-% eines oder mehrerer thermisch aus-härtender Pulverlackharze mit einer Schmelzviskosität von 100 bis 3000 mPa.s, gemessen bei 150 C, und einem oder mehreren Härtern für ein solches Harz,  
B) 0,5 bis 30 Gew.-% eines oder mehrerer thermoplastischer Pulverharze mit einer Schmelzviskosität von 150 bis 1000 Pa.s, gemessen bei einer Temperatur von 160 C  
C) 10 bis 55 Gew.-% mindestens eines pulverförmigen an-organischen Füllers und  
D) 0,5 bis 10 Gew.-% üblicher Additive und/oder Pigmente,  
wobei sich die prozentualen Gewichtsanteile der Kompo-nenten A, B, C, D zu 100% addieren.

DE 199 33 095 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft bei der Beschichtung von porösen Substraten, z. B. von Holzsubstraten oder von Substraten mit schlechter Haftfähigkeit eingesetzte Pulverlacke sowie ein Verfahren zur Beschichtung derartiger Substrate mit einer insbesondere mehrschichtigen Pulverlackbeschichtung.

Pulverlacke werden in vielen Anwendungsgebieten eingesetzt, z. B. bei der Beschichtung von Metall, Kunststoff, Keramik oder Holz. Verwendung finden farblose oder pigmentierte Pulver, die durch verschiedene Verfahren auf das Substrat appliziert werden, durch Erhitzen aufschmelzen, verlaufen, thermisch vernetzen und einen einheitlichen Lackfilm bilden.

Um einen guten Verlauf des Pulverlackes zu erreichen, ist eine niedrige Viskosität der Harze bei Erreichen der Aushärtungstemperatur erforderlich, was durch eine Erhöhung der Aushärtungstemperatur erreicht werden kann. Andererseits sind viele Substrate nicht hitzebeständig und somit für dieses Verfahren ungeeignet. Bei solchen Substraten werden vorzugsweise niedrigere Temperaturen und verkürzte Aushärtungszeiten angewandt. Hierfür geeignete Pulverlacke wurden bereits in der Literatur beschrieben, z. B. Pulver auf Basis von Epoxidharz in EP-A-0 509 392, Pulver auf Basis von Polyester mit niedriger Aushärtungstemperatur in WO 94/03545 oder EP-A-0 702 067. Die technische Verbesserung im Bereich der Vernetzungstemperatur löst jedoch nicht die in Zusammenhang mit den verschiedenen Substraten auftretenden weiteren Probleme.

Die Bildung von Blasen, Nadelstichen und Kratern während des Härtungs- und Verlaufsprozesses ist ein weitverbreiteter Nachteil bei der Pulverlackbeschichtung. Zunächst deckt die Pulverschicht das Substrat ab, wobei eventuell vorhandene Löcher überdeckt werden. Ist das Substrat porös, sind in den Porenräumen unter und in der Lackschicht zusätzlich Gase oder Flüssigkeiten eingeschlossen. Diese Gase bzw. Flüssigkeiten dehnen sich aus bzw. verdampfen während des Erhitzens und Aufschmelzens. Da sich die Viskosität des geschmolzenen Harzes im Pulverlack während der Aushärtung erhöht, ist die Möglichkeit, daß das Gas bzw. der Dampf durch die Beschichtung diffundiert, gering. Wenn dieser Ausgasungsprozeß nicht abgeschlossen ist, bevor die Viskosität des Lackfilms zu hoch ist, zeigt die resultierende Beschichtung nicht die gewünschte glatte, ebene und homogene Oberflächenstruktur sondern Nadelstiche und Blasen. Es besteht die Möglichkeit, daß das Substrat aufgrund solcher Nadelstiche, durch aggressive Flüssigkeiten oder Gase, beschädigt wird und die Oberfläche eine schlechte Qualität aufweist.

Ein weiteres bekanntes Problem stellt die fehlende Haftung zwischen den verschiedenen Lackschichten bzw. zwischen der ersten Schicht und dem Substrat dar. In einigen Fällen ist ein partieller Adhäsionsverlust auf eine inhomogene Substratoberfläche zurückzuführen, wodurch zusätzliche Präventivmaßnahmen entweder bei der Bildung der Beschichtung oder aber bei der Vorbehandlung des Substrates erforderlich werden.

Die Beschichtung von Holzsubstraten gestaltet sich dabei besonders schwierig. Die Oberfläche des Substrates ist sehr uneben, weshalb eine dicke Lackschicht appliziert werden muß als bei glatten Oberflächen, um eine ebene Lackschicht zu erhalten. Aufgrund der hohen Schichtdicke ergeben sich größere Probleme mit Materialien, die während des Vernetzungsvorgangs verdampfen. Ebenfalls problematisch ist der in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen unterschiedliche Feuchtigkeitsgehalt bei Holz oder holzähnlichen Substraten. Aufgrund der Notwendigkeit, Pulverlacke zum Aus-

härten zu erhitzen, ändert sich der Wassergehalt des Substrates und der Wasserdampf muß durch den Lackfilm entweichen. Zudem bewirkt dies eine Veränderung der Struktur des Substrates. Da der Feuchtigkeitsgehalt bei jedem Werkstück variieren kann, ist es schwierig, solche Materialien in der industriellen Serienbeschichtung einzusetzen und gleichmäßig zu beschichten.

Bekannterweise kann man solche Probleme durch Verwendung von Flüssigprimern auf dem Holzsubstrat vermeiden. Zwei verschiedene Arten von Primer werden eingesetzt: Primer auf Lösemittelbasis und Primer auf Wasserbasis. Es handelt sich um niedrig viskose Flüssigkeiten, die einige gelöste Additive, Harze und entweder Wasser oder organische Lösemittel enthalten. Durch Applikation der Primer wird die Oberfläche für die weitere Beschichtung vorbereitet, Poren und Löcher im Substrat werden gefüllt und die Haftfähigkeit zwischen Substrat und Beschichtungsmaßmaterial verbessert. Ein Nachteil der lösemittelhaltigen Primer ist die aus der Verdunstung des Lösemittels entstehende Umweltbelastung. Wird ein Primer auf Wasserbasis eingesetzt, kann ein anderes Problem auftreten. Die für die Beschichtung vorbereitete Substratoberfläche verliert bei Kontakt mit wasserhaltigem Primer ihre glatte Oberfläche, wird statt dessen sehr rau und uneben und die Enden der Holzfaserne stellen sich auf. In diesem Fall muß die Oberfläche vor der nächsten Beschichtung geglättet werden. Der Einsatz flüssiger Primer birgt somit auch Nachteile.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer, die genannten Probleme vermeidenden, Pulverlackzusammensetzung, die als erste Schicht auf poröse Substrate, insbesondere Kunststoff, Holz oder MDF-(Medium Density Fibreboard) Teile appliziert wird, keine Umweltbelastung hervorruft, eine gute Haftfähigkeit zum Substrat oder weiteren Lackschichten besitzt, gute Verlaufseigenschaften zeigt, die Poren des Substrates schließt und ein Verdampfen von Flüssigkeiten und Gasen während der Filmbildung verhindert, so daß glatte, homogene Oberflächen entstehen. Die Pulverlackzusammensetzung soll in einem Verfahren zur Beschichtung poröser Substrate mit einer mehrschichtigen Lackierung als erste Schicht (Primer) auf das Substrat appliziert werden können.

Es wurde gefunden, daß diese Aufgabe durch den Einsatz einer Pulverlackzusammensetzung gelöst wird, welche enthält:

- A) 40 bis 85 Gew.-% eines oder mehrerer Harze für thermisch aushärtende Pulverlacke mit einer Viskosität von 100 bis 3000 mPa · s, gemessen bei 150°C, und einem oder mehreren Härtern für solche Harze,
- B) 0,5 bis 30 Gew.-% eines oder mehrerer thermoplastischer Harze mit einer Schmelzviskosität von 150 bis 1000 Pa · s gemessen bei 160°C
- C) 10 bis 55 Gew.-% eines oder mehrerer pulverförmiger, anorganischer Füllstoffe und
- D) 0,5 bis 10 Gew.-% üblicher Additive und/oder Pigmente,

wobei sich die prozentualen Gewichtsanteile der Komponenten A, B, C, D zu 100% addieren.

Die Komponente A besteht aus einer üblichen festen Bindemittelkomponente für Pulverlacke, z. B. auf Basis Epoxid-, Polyester- und/oder Polyurethanharz und mindestens einem entsprechenden Härter (Vernetzungsmittel) für ein solches Bindemittel.

Pulverlackharze auf Basis Polyester sind in der Industrie bekannt, beispielsweise können carboxylfunktionelle Polyester als Bindemittel Verwendung finden. Sie weisen entweder eine lineare oder eine verzweigte Struktur mit Carboxyl-

gruppen an den Kettenenden auf. Die Polyester haben beispielsweise eine Säurezahl von 20 bis 100 mg/KOH/g und beispielsweise ein Zahlenmittel des Molekulargewichts ( $M_n$ ) von 1500 bis 15000. Vernetzungsmittel für solche Harze sind z. B. solche, die Epoxidgruppen als reaktive Gruppen oder Amino- oder Amidgruppen enthalten. Vernetzer sind beispielsweise Polyepoxide mit niedrigem Molekulargewicht, wie z. B. Triglycidylisocyanurat (TGIC), jedoch können auch andere übliche Vernetzer eingesetzt werden.

Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, hochmolekulare Epoxidharze zusammen mit derartigen Polyestern einzusetzen. Werden diese gemischten Pulverharze, sogenannte Hybridsysteme, verwendet, ist der Anteil an Polyester- und Epoxidharzen als Bindemittelkomponenten etwa gleich hoch.

Geeignete Polyurethanpulverharze basieren beispielsweise auf hydroxylhaltigen Polyestern und reversibel geblockten Polyisocyanaten als Vernetzer. Die Hauptkette des Polyesters kann aus aromatischen oder aliphatischen Komponenten bestehen, z. B. aus zwei- oder mehrwertigen Säuren oder aus zwei- oder mehrwertigen Alkoholen. Das Harz kann entweder eine lineare oder eine verzweigte Struktur aufweisen und zusätzlich weitere funktionelle Gruppen enthalten. Das  $M_n$  solcher Bindemittel liegt beispielsweise zwischen 1000 und 10000. Die NCO-Gruppen des Polyisocyanates können durch bekannte Blockierungsmittel, wie z. B. Lactame, Alkohole oder Ketoxime geschützt werden oder sie liegen in Form von Urethandion-Gruppen vor. Beispiele für solche Blockierungsmittel sind  $\epsilon$ -Caprolactam, 2-Ethylhexanol, n-Hexanol und Propanon-(2)-oxim. Der Vernetzer hat beispielsweise ein  $M_n$  von etwa 1000 bis 3000.

Geeignete Epoxidpulversysteme sind die üblichen Bindemittel von unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, die als vernetzende reaktive Gruppen zwei oder mehr Epoxidgruppen enthalten. Die Struktur des Epoxidharzes kann linear oder verzweigt sein, wobei der Anteil der verzweigten Harze entsprechend den Vernetzungseigenschaften des Lackfilms angepaßt werden kann. Die Struktur der Hauptkette des Epoxidharzes kann in einem weiten Bereich variiert werden, solange die notwendigen Eigenschaften, wie z. B. Vernetzungs- und Schmelztemperatur, Wetterbeständigkeit oder Reaktivität, den Anforderungen gerecht werden. Beispiele für die verschiedenen chemischen Varianten der Hauptkette sind Acrylatharze, Polyesterharze und Harze auf Basis Bisphenol, die zwei oder mehr Epoxid-Funktionalitäten aufweisen. Diese Harze können mit anderen Harzen, die OH, COOH, NH<sub>2</sub> oder andere epoxidreaktive Gruppen enthalten, vernetzt werden.

Das Epoxidharz besteht erfindungsgemäß vorzugsweise aus epoxidgruppenhaltigen Harzen auf Basis Bisphenol A oder aus Harzen auf Polyesterbasis mit Epoxidendgruppen. Das Molekulargewicht  $M_n$  liegt beispielsweise zwischen 500 und 30000, das Epoxidäquivalentengewicht (EEW) beispielsweise zwischen 300 und 900 g/Mol. Das Harz hat vorzugsweise ein Molekulargewicht von 1000 bis 8000, wobei das EEW zwischen 400 und 800 liegt. Der Schmelzpunkt des Harzes liegt beispielsweise zwischen 60 und 120°C, vorzugsweise zwischen 70 und 100°C.

Das Harz kann zur Veränderung einiger seiner Eigenschaften oder der Eigenschaften der Beschichtung, wie z. B. Verträglichkeit, Adhäsion, Vernetzung oder Oberflächenspannung, andere funktionelle Gruppen enthalten. Das Harz soll bei Raumtemperatur möglichst in fester, pulverförmiger Form vorliegen und bei dieser Temperatur lagerfähig sein ohne zu verblocken.

Die Harze können je nach Schmelzeigenschaften und Reaktivität ausgewählt werden. Vernetzer für solche epoxidreaktiven Bindemittel sind z. B. solche auf Basis Dicyandiamid, Phenolformaldehydharze, Polyamin, TGIC, Betahyd-

droxyalkylamid, Polyglycidylester, Tetramethoxymethylglycoluril und ähnlichen Substanzen.

Komponente A besteht aus der Bindemittelkomponente und dem Härtungsmittel. Die Bindemittelkomponente weist eine Schmelzviskosität von 100 bis 3000 mPa · s, vorzugsweise 100 bis 1400 mPa · s, gemessen bei einer Temperatur von 150°C auf. Verwendet werden ein oder mehrere verschiedene pulverförmige Bindemittel, wobei ein gegebenenfalls vorhandener Epoxidharzanteil vorzugsweise 50 bis 100% beträgt.

Die erfindungsgemäße Komponente B ist ein thermoplastisches Harz mit einer Schmelzviskosität von 150 bis 1000 Pa · s, gemessen bei einer Temperatur von 160°C. Sie hat beispielsweise einen Schmelzpunkt zwischen 50 und 150°C. Beispiele für derartige thermoplastische Harze sind PVC, Homo- oder Copolymer, Polyamide, Celluloseester oder Polyolefine, die mit polaren Gruppen gepropft sind. Diese thermoplastischen Harze enthalten bevorzugt polare Strukturen, wie z. B. Ester-, Hydroxy-, Amino- oder Amidegruppen. Diese polaren Gruppen können zumindest in einem Teil der Monomere, die das entsprechende Polymerformen, vorhanden sein oder sie werden zu einem späteren Zeitpunkt durch eine polymeranaloge Reaktion in das Polymer einreagiert. Dieses thermoplastische Harz ist vorzugsweise ein Polyamidcopolymer mit einer Schmelzviskosität von 250 bis 900 Pa · s, gemessen bei einer Temperatur von 160°C, insbesondere mit einem Schmelzpunkt von 70 bis 130°C. Ist der Schmelzpunkt zu niedrig, bereiten Vermahlen und Lagerung der Pulver Schwierigkeiten; ist er zu hoch, leidet die Qualität der Beschichtung.

Der Anteil von Komponente B soll 0,5 bis 30 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 20 Gew.-%, betragen. Ist der Anteil zu hoch, härtet der Pulverlack nur unzureichend aus und der Lackfilm bleibt weich, und es resultiert daraus eine qualitativ minderwertige Mehrschichtlackierung. Ist der Anteil von Komponente B zu gering, zeigt der Lackfilm keine guten Verlaufseigenschaften und die Beschichtung zeigt mehr Oberflächendefekte.

Komponente C ist ein pulverförmiger Füllerstoff, z. B. Ton, Bentonit, Hektorit, Silikat oder ein Füller auf Basis Baryt, wobei mindestens ein solcher Füllerstoff als Komponente C vorhanden sein soll. Dieser wird sorgfältig in dem Harzsystem dispergiert. Komponente C besteht vorzugsweise aus einem Aluminiumoxid, Aluminiumsilikat oder einem Füllerstoff auf Basis Baryt, z. B. BaSO<sub>4</sub> oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dieser Füllerstoff muß pulverförmig sein, wobei die durchschnittliche Teilchengröße bevorzugt unter 5 µm liegt. Er wird in den Pulverlack im Anteil von 10 bis 55 Gew.-%, vorzugsweise 25 bis 50 Gew.-% eingearbeitet.

Als Komponente D werden ein oder mehrere übliche Additive und/oder Pigmente für die Pulverlackzusammensetzung eingesetzt. Beispiele für Additive sind Katalysatoren, Farbstoffe, Wachse, Verlaufsmittel, Haftmittel, Weichmacher oder Lichtschutzmittel. Diese Additive können in Abhängigkeit von an die Lackierung gestellten speziellen Anforderungen hinzugefügt werden. Dem Fachmann für Lackformulierungen sind verschiedene Möglichkeiten hinsichtlich der Auswahl von Additiven bekannt, um der Beschichtung die gewünschten Eigenschaften zu verleihen. Als Verlaufsmittel z. B. werden bekannte Stoffklassen; wie Polyacrylat, Silikon und Wachs eingesetzt. Es können Pigmente hinzugefügt werden, wie z. B. Titandioxid, Eisenoxid, Chrompigmente, Ruß, organische Pigmente, wie z. B. Phthalocyanin, Thioindigo, Isodibenzantron, Chinacridon-

pigmente und andere Pigmente oder Farbstoffe. Als Katalysatoren können z. B. eingesetzt werden metallische Katalysatoren, wie beispielsweise Zinn-II-Octoat, Dibutylzinn di-laurat, Kobaltnaphthenat, basische Amine, wie Benzylidime-

thylamine, Tetrabutylammoniumbromid und blockierte Amine, Imidazol oder Phosphor enthaltende Komponenten, wie Triphenylphosphin oder Phosphoniumsalze. Der Einsatz von Katalysatoren ist dann sinnvoll, wenn die Reaktivität von Binde- und Härtungsmittel bei Einbrenntemperatur nicht ausreichend hoch ist.

Andere Komponenten und Additive können bei speziellen Anforderungen Anwendung finden, z. B. Verlaufs- oder Mattierungsmittel in Bezug auf die Oberflächenoptik, Haft- oder Entgasungsmittel aus technischen Gründen. Der Anteil an Pigmenten und/oder Additiven liegt vorzugsweise bei 0,5 bis 8 Gew.-%.

Die Herstellung der erfahrungsgemäßen Pulverlacke kann nach den bekannten Verfahren erfolgen. Beispielsweise werden die verschiedenen Harzkomponenten aufgeschmolzen, Pigmente und Additive hinzugefügt und untergemischt; die Mischung wird extrudiert und anschließend abgekühlt, bis sie sich verfestigt hat. Diese feste Masse wird dann gebrochen und mit bekannten Vorrichtungen, z. B. verschiedenen Mühlenarten, auf die gewünschte Körngröße zerkleinert. Das Pulver sollte bei niedrigeren Temperaturen verarbeitet werden, so daß möglichst keine reaktiven Gruppen der Harzzusammensetzung reagieren können und Bindemittel und Härtér nach der Abkühlung noch nicht reagiert haben. Die Pigmente oder Additive können entweder direkt der Harzkomponente zugemischt werden oder die entsprechenden Komponenten werden in Form von Masterbatches zugesetzt. Die Verflüssigung der festen Harzkomponente kann durch Erwärmen und Aufschmelzen erfolgen oder durch Hinzufügen eines flüssigen Lösemittels, das nach der Extrusion bzw. dem Versprühen der Flüssigmischung verdunstet und somit ein festes Produkt bildet oder sie kann durch Hinzufügen überkritischer Gase zu den Komponenten unterstützt werden. Beispiele für derartige anwendbare Verfahren bei der Produktion von Pulverlacken werden in der Literatur, z. B. in WO 92/00342 oder WO 94/09913, beschrieben.

Ein derartiger Pulverlack kann auf verschiedene Substrate appliziert werden. Das Substrat kann temperaturempfindlich sein, kann eine unebene, poröse Oberfläche oder schlechte Haftfähigkeit aufweisen. Beispiele hierfür sind Holz, MDF-Platten oder Kunststoffsubstrate, die aus Materialien mit polaren Strukturen bestehen. MDF-Werkstücke oder Kunststoffteile, wie z. B. Polyester, Polycarbonate oder Polyamide werden bevorzugt eingesetzt.

Die Substratoberfläche kann nach dem Fachmann bekannten geeigneten Methoden vorbereitet werden. Die Oberfläche sollte sauber, entfettet, staubfrei und trocken sein. Gegebenenfalls kann das Substrat, z. B. bei der Verwendung von MDF-Platten oder Holz, geschliffen und gereinigt werden.

Es ist insbesondere nicht notwendig, einen Primer zu applizieren, bevor der erfahrungsgemäße Pulverlack aufgetragen wird, der Lackierer kann – falls gewünscht – das Substrat jedoch mit einem Primer behandeln, um beispielsweise die Leitfähigkeit des Substrates zu erhöhen.

Der Pulverlack wird nach konventionellen Verfahren appliziert, z. B. durch elektrostatisches Sprühen, wobei sowohl Corona- als auch Triboaufladung möglich ist; dabei kann das Substrat geerdet oder nicht geerdet sein. Wird es geerdet, ist das Substrat in der Regel gleichmäßiger mit Pulver beschichtet. Es ist nicht notwendig jedoch möglich, eine elektrisch leitende Flüssigkeit, wie z. B. Salze enthaltendes Wasser, auf das Substrat aufzubringen. In der Regel ist die Leitfähigkeit des Substrates ausreichend, wie z. B. bei MDF-Materialien. Um eine ausreichende Spannung zwischen dem Substrat und der Erdung zu erhalten, kann eine Elektrode an das Substrat angeschlossen werden, z. B. durch

Befestigen der Elektrode in einem Loch des Substrates, wie z. B. ausführlich in WO 96/11063 beschrieben.

Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Verfahren zur Beschichtung von Substraten mit einem Pulverlack wie vorstehend beschrieben, die Aushärtung dieses Pulverlackes sowie das Auftragen einer weiteren Lackschicht auf diesen Pulverlack.

Um eine optisch gute Substratbeschichtung zu erhalten, ist es oftmals nötig, mehrere Lackschichten zu applizieren. Dabei treten häufig Probleme hinsichtlich der Haftfähigkeit zwischen den verschiedenen Schichten auf. Zudem ist es schwierig, Defekte, die bereits in der ersten Lackschicht auftreten, in den folgenden Schichten zu eliminieren.

Es wird ein Verfahren zur Applikation von mindestens zwei Lackschichten auf ein Substrat zur Verfügung gestellt, wobei die erste Schicht aus einem Pulverlack besteht, enthaltend

A) 40 bis 85 Gew.-% eines Pulverlackharzes mit einer Schmelzviskosität von 100 bis 1400 mPa · s, gemessen bei 150°C, sowie mindestens eines Härtungsmittels für ein solches Harz,

B) 0,5 bis 30 Gew.-% eines thermoplastischen Pulverharzes mit einer Schmelzviskosität von 150 bis 1000 Pa · s, gemessen bei einer Temperatur von 160°C,

C) 10 bis 55 Gew.-% mindestens eines pulverförmigen anorganischen Füllstoffes und

D) 0,5 bis 10 Gew.-% weitere Additive und Pigmente,

wobei sich die Prozentsätze der einzelnen Gewichtskomponenten A, B, C und D zu 100% addieren, und anschließend teilweise oder vollständigen Aushärten der ersten Lackschicht durch Erhitzen, Applikation einer zweiten Lackschicht auf die erste Schicht mit anschließender vollständiger Aushärtung beider Schichten.

Das Beschichtungsmaterial der ersten Lackschicht ist der oben beschriebene Pulverlack, der nach üblichen Verfahren appliziert wird. Dabei können alle erwähnten Substrate eingesetzt werden. Diese erste Schicht wird entweder teilweise oder vollständig ausgehärtet, wobei die Einbrenntemperatur so niedrig gewählt wird, daß temperaturempfindliche Substrate hinsichtlich ihrer Struktur, Form oder Zusammensetzung nicht beschädigt oder verändert werden.

Soll ein vollständiges Aushärten der ersten Schicht erreicht werden, erfolgt das Einbrennen vorzugsweise bei einer Temperatur von 110 bis 180°C, wobei die Dauer jeweils von der Reaktivität des Beschichtungssystems abhängig ist, und beispielsweise zwischen 5 und 30 Minuten beträgt.

Soll lediglich eine teilweise Aushärtung der ersten Schicht erreicht werden, beträgt die Einbrennzeit vorzugsweise zwischen 1 und 15 Minuten bei einer Temperatur von 90 bis 160°C, besonders bevorzugt 2 bis 10 Minuten bei einer Temperatur von 95 bis 140°C.

Bevorzugt wird eine nicht vollständige Aushärtung der ersten Beschichtung.

Die zweite Schicht besteht aus einem Flüssiglack oder einem weiteren Pulverlack. Die verschiedenen Lackmaterialien werden nach bekannten Verfahren appliziert, z. B. durch elektrostatisches oder airless Sprühverfahren.

Als zweite Schicht können alle Flüssiglacke, mit denen man bekannterweise die verschiedenen Substrate beschichtet, wie z. B. Lacke auf Lösemittelbasis oder Lacke auf Wasserbasis, eingesetzt werden. Diese Beschichtungsmaterialien umfassen Einkomponenten (1-K)- oder Zweikomponenten (2-K)-Lacke. Die Trocknung erfolgt entweder an der Luft oder durch Einbrennen bei höheren Temperaturen. Die Lacke können entweder farblos oder pigmentiert sein und den Substraten zusätzliche Eigenschaften verleihen. Es ist

beispielsweise möglich, Lacke mit besonderer Wetterfestigkeit, Lichtschutzwirkung oder Chemikalienresistenz, z. B. gegenüber Säuren oder Reinigungsmitteln, zu verwenden. Bevorzugt wird als zweite Schicht ein pigmentierter Lack eingesetzt, der dem Substrat ein gleichmäßiges Erscheinungsbild verleiht.

Nach dem zweiten Beschichtungsvorgang mit Flüssiglack wird das beschichtete Substrat vollständig ausgehärtet, vorzugsweise bei höheren Temperaturen. Die erste Schicht des Lackes enthält Harzkomponenten, die auch nach der Aushärtung noch reaktive Gruppen, wie z. B. OH-Gruppen, enthalten können und/oder gegebenenfalls polare Strukturen aufweisen. Während des zweiten Vernetzungsvorgangs kann die erste Schicht weich werden, somit in engen Kontakt mit der zweiten Schicht kommen und zu gegebenenfalls chemischen Bindungen zwischen der ersten und der zweiten Schicht führen.

Die Haftung zwischen den beiden Schichten ist ausgezeichnet.

Wird als zweite Schicht ein Flüssiglack eingesetzt, härtet man die erste Schicht vorzugsweise vollständig aus. Lösemittel oder Wasser aus der zweiten Schicht sollen weder die erste Schicht auflösen noch mit dem Substrat in Berührung kommen. Der Flüssiglack kann beispielsweise bei einer Temperatur von 20 bis zu 180°C aushärten. Bei 2-K-Lacken kann dies z. B. bei Raumtemperatur erfolgen, bei 1-K-Lacken können beispielsweise Temperaturen bis zu 180°C benutzt werden. Vorzugsweise liegt die Temperatur zwischen 50 und 150°C, wobei sie, ebenso wie die Einbrenndauer, der Stabilität des Substrates angepaßt wird. Wird die erste Schicht nicht vollständig eingearbeitet, bevor man die zweite Schicht appliziert, sollte die Temperatur des zweiten Aushärtungsprozesses so hoch sein, daß beide Schichten vollständig aushärten.

Der Vorteil einer solchen 2-Schicht-Lackierung liegt darin, daß eine homogene Oberfläche mit gutem Erscheinungsbild erzielt wird, die weder Blasen oder Nadelstiche noch andere Defekte aufweist, die von im porösen Substrat vorhandenen Flüssigkeiten oder Gasen herrühren können.

Als zweite Schicht kann auch ein Pulverlack appliziert werden. In diesem Fall wird die erste Schicht des erfundungsgemäßen Pulverlackes vorzugsweise nur teilweise ausgehärtet. Erreicht werden kann dies durch eine kurze Einbrennzeits oder durch niedrige Härtungstemperaturen. Bei dem erfundungsgemäßen Verfahren zeigt sich nach teilweiser Aushärtung der ersten Schicht, daß die Pulverpartikel verschmelzen und dann bis zu einem gewissen Grad austauen oder gelieren. Die Oberfläche zeigt eventuell noch Unebenheiten, jedoch verschließt der Überzug bereits alle vorhandenen Löcher und Poren der Substratoberfläche. Nach dieser teilweisen Aushärtung wird eine zweite Pulverlackschicht appliziert und die gesamte Beschichtung wird unter entsprechenden Bedingungen vollständig ausgehärtet. Höhere und/oder längere Einbrenntemperaturen und/oder -zeiten der zweiten Schicht im Vergleich zu der ersten Schicht, sind besonders bevorzugt. Wird die zweite Schicht des lackierten Substrates erhitzt und ausgehärtet, wird die erste Schicht gleichzeitig vollständig eingearbeitet. Enthalten beide Schichten reaktive Gruppen, besteht die Möglichkeit, daß die Lackmaterialien an der Grenzfläche miteinander reagieren.

Die erste Schicht des erfundungsgemäßen Pulverlacküberzugs soll die unebene Oberfläche des Substrates, einschließlich Ränder, Ausfräslungen und mechanisch behandelter Teile abdecken; die zweite Schicht bildet dann nach Aushärtung eine ebene, gleichmäßige Oberfläche mit ausgezeichnetem Erscheinungsbild. Sie zeigt weder Nadelstiche, Blasen noch Krater, die beispielsweise durch Poren, Löcher,

Gase oder Flüssigkeiten auf der Substratoberfläche verursacht werden. Die Haftfähigkeit zwischen dem Substrat und den beiden Lackschichten ist gut.

Als zweite Pulverschicht wird bevorzugt ein pigmentierter Pulverlack eingesetzt. Dabei kann jeder konventionelle Pulverlack, z. B. ein Polyurethan-, Acryl-, Epoxid-, Polyester- oder Hybridsystem, verwendet werden. Die bei diesem Pulverlack eingesetzten Harze und Pigmente sind der Pulverlackindustrie bekannte Rohstoffe. Durch Auswahl des Harztyps, bestimmter Pigmente oder Additive kann man der Oberfläche besondere Eigenschaften verleihen, wie z. B. Säurebeständigkeit, Chemikalienresistenz, gute Wetterstabilität und/oder hohe Kratzfestigkeit.

Die chemische Zusammensetzung der beiden Lackmaterialien kann unterschiedlich sein, beispielsweise kann auf eine erste Schicht eines Harzes auf Basis eines Hybridsystems eine zweite Schicht eines Harzes auf Basis Polyester, Polyurethan oder Acryl appliziert werden. Vorzugsweise besteht die erste Schicht aus einem Bindemittel auf Basis Epoxidharz und die zweite Schicht aus einem Polyester, Hybrid- oder Acrylsystem. Es besteht die Möglichkeit, daß die Aushärtungstemperaturen und/oder -zeiten für das vollständige Einbrennen des Pulvers der ersten Schicht niedriger bzw. kürzer sind als für die vollständige Aushärtung der zweiten Schicht, da es sich um ein anderes Harzsystem handelt oder ein anderer Härter benutzt wurde.

Die Aushärtung der zweiten Schicht kann beispielsweise bei einer Temperatur von 110 bis 180°C zwischen 5 und 30 Minuten betragen, vorzugsweise 10 bis 25 Minuten bei 120 bis 160°C. Vorzugsweise ist die Einbrenntemperatur und/oder -Zeit der zweiten Schicht höher als die der ersten Schicht. Nach Aushärtung der zweiten Schicht ist die erste Schicht somit auch vollständig ausgehärtet. Die erste Schicht kann während des Einbrennens weich werden, wodurch ein guter Kontakt zwischen den beiden Schichten entsteht. Die Defekte des Substrates werden von der ersten Schicht verdeckt und man erhält eine besonders gute Beschichtung.

Da die verschiedenen Materialien zum Teil temperaturempfindlich sind, werden bevorzugt niedrigere Einbrenntemperaturen verwendet. Die Einbrenntemperatur kann durch die Auswahl des Harzes, und durch den Einsatz von Katalysatoren beeinflußt werden. Es ist auf jeden Fall erforderlich, daß beide Lackschichten vollständig aushärten, um die gewünschten Eigenschaften der Mehrschichtlackierung zu erzielen.

Das Einbrennen und Erwärmen kann beispielsweise durch Infrarotstrahlung, Trocknung im Ofen oder eine Kombination der beiden Verfahren erfolgen.

Vorzugsweise erfolgt das Aushärten durch Strahlung.

Falls nötig, können mehr als zwei Schichten auf das Substrat appliziert werden; so ist es z. B. möglich, eine oder mehrere der erfundungsgemäßen Pulverlackschichten zu verwenden und/oder eine, zwei oder mehrere Schichten eines zweiten Lackmaterials.

Wird auf verschiedenen Substraten als erste Schicht das erfundungsgemäße Pulverlackmaterial verwendet, z. B. auf Holzwerkstoffen, MDF-Platten oder Plastikteilen, so wird die unebene Substratoberfläche gut bedeckt und es entstehen keine Blasen, Nadelstiche und Krater. Die Haftfähigkeit zwischen den beiden Schichten und der Beschichtung auf dem Substrat ist besonders gut, wenn als erste Schicht die erfundungsgemäße Pulverlacke eingesetzt werden.

Kommt ein erfundungsgemäßes Beschichtungsverfahren zum Einsatz, wobei die erste Schicht ein Lackmaterial wie oben beschrieben darstellt, ist es nach vollständigem Aushärten der ersten Pulverlackschicht beispielsweise möglich, einen Flüssiglack für eine zweite oder weitere Beschichtung

gen zu verwenden. Es treten weder Probleme hinsichtlich Haftfähigkeit zwischen der Flüssiglackschicht und dem Substrat noch Beeinträchtigungen der Beschichtung aufgrund von im Lack enthaltenen Flüssigkeiten auf.

Wird als zweite Schicht ein Pulverlack appliziert, ist es möglich, die erste Schicht mit relativ niedrigen Temperaturen auszuhärten und die Einbreindauer zu verkürzen, so daß der Lack nicht vollständig aufschmilzt, sondern lediglich leicht zusammensintert. Erst nach Applikation der zweiten Schicht werden dann beide Schichten zusammen ausgehärtet. Dadurch wird eine sehr gute Haftfähigkeit zwischen den verschiedenen Lackschichten und dem Substrat sowie eine sehr ebene, homogene Oberfläche erzielt; dieses Verfahren ist zudem auch für temperaturempfindliche Substrate geeignet.

In den folgenden Beispielen beziehen sich die Angaben und Prozentangaben auf das Gewicht.

#### Beispiel A

47,4 Teile eines festen Epoxidharzes mit einem EEW von 700 bis 800 und einer Schmelzviskosität von 1000 mPa · s, gemessen bei einer Temperatur von 150°C, werden mit 9,7 Teilen eines eine reaktive Aminogruppe enthaltenden Härters auf Basis beschleunigter Amine, und 11 Teilen eines thermoplastischen Polyamidcopolymers mit einer Schmelzviskosität von 550 Pa · s, gemessen bei 160°C, gemischt. Dieser Mischung werden 28,2 Teile eines Aluminiumoxidpulvers mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von 7 µm, drei Teile Titandioxid, 0,2 Teile Benzoin und 0,5 Teile eines Verlaufsmittels zugesetzt. Die Komponenten werden gründlich vermischt und dann in einem Einwellenextruder extrudiert, anschließend abgekühlt, bis sich die Masse verfestigt hat und danach in Chips aufgebrochen. Diese Chips werden dann in einer Mühle zu einem Pulver mit einer mittleren Teilchengröße von 40 µm zerkleinert.

Das Pulver ist unter normalen Bedingungen lagerfähig, ohne zu verblocken.

#### Beispiel B

Eine flache MDF-Platte wird geschliffen und von anhaftendem Staub befreit. Die Platte wird geerdet, danach wird ein Pulverlack gemäß Beispiel A mit Hilfe einer elektrostatischen Sprühpistole auf die Oberfläche appliziert. Unmittelbar nach der Beschichtung wird das Substrat für 15 Minuten in einen kombinierten Infrarot-/Umluftofen mit einer Temperatur von 120°C gelegt. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgt die Messung der Schichtdicke, die zwischen 200 und 220 µm beträgt. Die Beschichtung des Musters zeigt keine Nadelstiche, Blasen oder Krater.

Nach zwei Stunden werden die Platten mit einem handelsüblichen flüssigen 2-K Polyurethan (PUR)-Lack durch Sprühapplikation beschichtet; die Schichtdicke dieses Materials beträgt 30 µm. Ein Muster wird luftgetrocknet, ein zweites Muster wird 60 Minuten bei 50°C getrocknet.

Die beschichteten Substrate haben eine ebene Oberfläche ohne Blasen oder Nadelstiche. Die Substratkanten zeigen weder Risse noch Farbabweichungen.

#### Beispiel C

In einem zweiten Beispiel wird ein Beispiel A entsprechender Pulverlack auf ein in Beispiel B beschriebenes MDF-Substrat appliziert. Nach der Beschichtung wird das Substrat in einem kombinierten Infrarot-/Umluftofen 5 Minuten bei einer Temperatur von 110°C teilweise ausgehärtet. Die Lackschicht verläuft und bildet einen gleichmäßigen,

leicht strukturierten Film mit einer Schichtdicke von 210 bis 230 µm. Ein weiteres Muster wird in derselben Weise beschichtet, jedoch bei 120°C für 15 Minuten ausgehärtet.

Nach einstündiger Abkühlung werden die Proben mit einem kommerziellen farbigen Polyesterpulverlack beschichtet. Danach erfolgt die Aushärtung im kombinierten Infrarot-/Umluftofen für 15 Minuten bei einer Temperatur von 125°C. Die Gesamtschichtdicke beträgt zwischen 450 und 470 µm.

Die Oberflächen der beschichteten Substrate sind gleichmäßig und eben; sie zeigen keine Blasen, Nadelstiche oder Krater. Alle Kanten sind gut beschichtet und die Haftfähigkeit zwischen den beiden Schichten und dem Substrat ist gut.

15

#### Patentansprüche

1. Pulverlack, geeignet für die Beschichtung von Plastikteilen, Holz oder MDF-Substraten enthaltend:

- A) 40 bis 85 Gew.-% eines oder mehrerer thermisch aushärtender Pulverlackharze mit einer Schmelzviskosität von 100 bis 3000 mPa · s, gemessen bei 150°C, und einem oder mehreren Härtern für ein solches Harz,
- B) 0,5 bis 30 Gew.-% eines oder mehrerer thermoplastischer Pulverharze mit einer Schmelzviskosität von 150 bis 1000 Pa.s, gemessen bei einer Temperatur von 160°C
- C) 10 bis 55 Gew.-% mindestens eines pulverförmigen anorganischen Füllers und
- D) 0,5 bis 10 Gew.-% üblicher Additive und/oder Pigmente,

wobei sich die prozentualen Gewichtsanteile der Komponenten A, B, C, D zu 100% addieren.

2. Pulverlack gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Komponente B ein Polyamidcopolymer ist.

3. Pulverlack gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Komponente B ein Polyamid mit einem Schmelzpunkt von 70 bis 130°C ist.

4. Pulverlack gemäß Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente A 50 bis 100 Gew.-% eines festen Epoxidpulverharzes enthält.

5. Pulverlack gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente A aus einem festen Epoxidharz mit einem Epoxidäquivalentgewicht von 400 bis 800 besteht.

6. Pulverlack gemäß Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponente C aus einem anorganischen Füller der Gruppe Aluminiumsilikat, Aluminiumoxid, Bariumsulfat oder einem Silikat auf Basis Aluminium/Magnesium besteht.

7. Pulverlack gemäß Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Komponente D mindestens ein Pigment enthalten ist.

8. Pulverlack gemäß Anspruch 1 bis 7, enthaltend

- A) 40 bis 65 Gew.-% eines oder mehrerer thermisch aushärtender Pulverlackharze
- B) 2 bis 20 Gew.-% eines oder mehrerer thermoplastischer Pulverharze
- C) 25 bis 50 Gew.-% eines oder mehrerer pulverförmiger anorganischer Füller und
- D) 0,5 bis 8 Gew.-% üblicher Additive und/oder Pigmente.

9. Verfahren zur Beschichtung von Substraten mit einer oder mehreren Lackschichten, wobei

- ein Pulverlack nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auf ein Substrat appliziert wird,

**- Leerseite -**

- die Pulverlackschicht durch Erhitzen teilweise oder vollständig eingebrannt wird,
  - auf die teilweise oder vollständig ausgehärtete Lackschicht mindestens eine weitere Lackschicht eines Pulver- oder Flüssiglackes appliziert wird 5 und
  - diese mehrlagige Beschichtung anschließend ausgehärtet wird.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Lackschichten auf ein Substrat appliziert werden. 10
11. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Lackschicht vollständig ausgehärtet wird. 15
12. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Lackschicht nur teilweise ausgehärtet wird. 15
13. Verfahren gemäß Anspruch 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite Lackschicht ein Flüssiglack appliziert wird. 20
14. Verfahren gemäß Anspruch 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite Lackschicht ein Pulverlack appliziert wird. 25
15. Verfahren gemäß Anspruch 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Lackschicht ein Epoxidpulverharz enthält. 25
16. Verfahren gemäß Anspruch 9 bis 12 und 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Lackschicht ein Harz auf Basis Polyester oder auf Basis Acryl enthält. 30
17. Verfahren gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbrenntemperatur für die zweite Lackschicht höher ist als für die erste Schicht. 35
18. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbrenntemperatur für die zweite Lackschicht niedriger ist als für die erste Schicht. 35
19. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Lackschicht bis zum vollständigen Aushärten eine niedrigere Einbrenntemperatur und/oder kürzere Einbrennzeit aufweist als die zweite Schicht. 40
20. Verfahren gemäß Anspruch 9 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrate MDF-Materialien eingesetzt werden. 45

45

50

55

60

65